

## Introduction :

Pour atteindre la neutralité carbone d'ici 2050, la stratégie du Gouvernement repose sur la baisse de la consommation d'énergie et l'augmentation de la part d'énergie décarbonée.

Une loi d'Accélération de la Production d'Énergies Renouvelables (APER) a été promulguée le 10 mars 2023.

Grâce à la loi, les communes peuvent désormais définir, [après concertation avec leurs administrés](#), des zones d'accélération où elles souhaitent prioritairement voir des projets d'énergies renouvelables s'implanter. Ces zones d'accélération peuvent concerner toutes les énergies renouvelables : le photovoltaïque, le solaire thermique, l'éolien, le biogaz, la géothermie, etc...

Tous les territoires pourront ainsi [personnaliser leurs zones d'accélération](#) en fonction de la réalité de leur territoire et de leur potentiel d'énergies renouvelables.

Ces zones d'accélération ne seront pas des zones exclusives : des projets pourront être autorisés en dehors. Toutefois, un [comité de projet sera obligatoire pour ces projets](#), afin de garantir la bonne inclusion de la commune d'implantation et des communes limitrophes dans la conception du projet, au plus tôt et en continu.

Le Gouvernement mettra en place des [avantages financiers](#) pour les porteurs de projet s'implantant sur ces zones.

Différents outils disponibles sont disponibles sur le site du ministère de la Transition énergétique. [www.ecologie.gouv.fr/planification-des-energies-renouvelables-et-donnees](http://www.ecologie.gouv.fr/planification-des-energies-renouvelables-et-donnees)

La Commission Environnement du Conseil Municipal a étudié le potentiel de la Commune de Plombières les Dijon:

<i>Introduction</i> .....	1
<i>SOLAIRE PHOTOVOLTAIQUE</i> .....	3
<i>SOLAIRE THERMODYNAMIQUE</i> .....	11
<i>CHAUFFAGE SOLAIRE</i> .....	12
<i>EOLIEN</i> .....	14
<i>BOIS</i> .....	15
<i>BIOMASSE</i> .....	15
<i>GEOTHERMIE</i> .....	16
<i>ENERGIES MARINES</i> .....	16
<i>HYDROELECTRICITE</i> .....	17

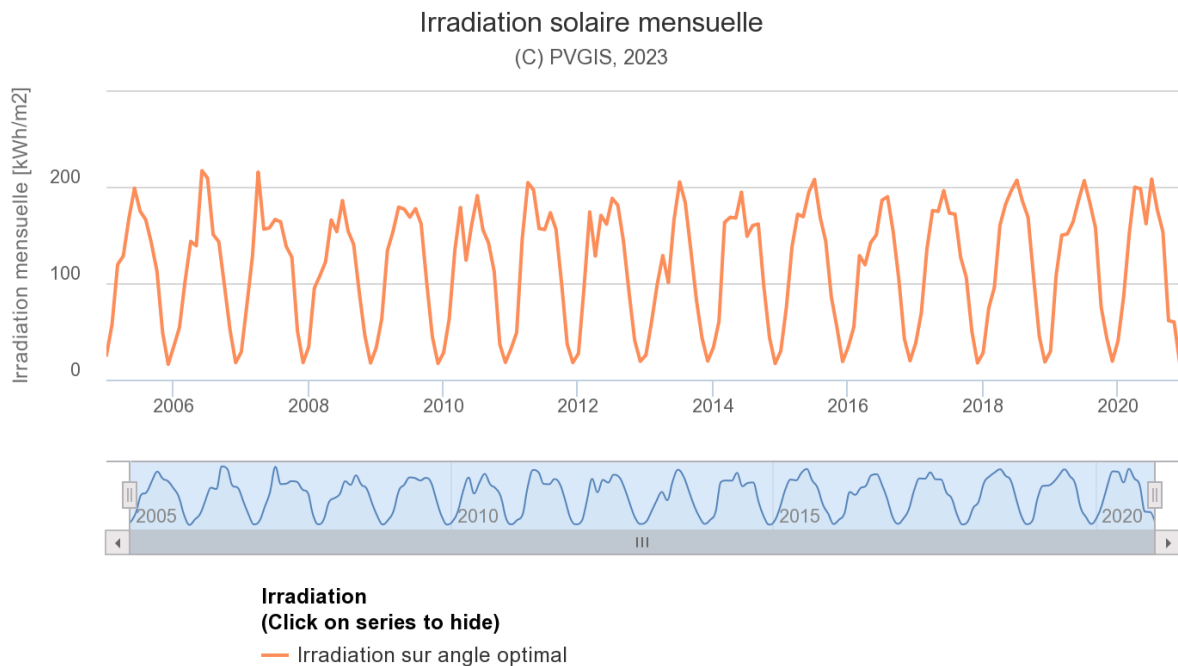
# SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE

## Explications

Nous avons trouvé des valeurs observées sur le site « Photovoltaïque.info » qui crée une « Cartographie de productible photovoltaïque ».

<https://carte-productible.photovoltaïque.info/>

Les données (relevées depuis 2008) montrent une certaine homogénéité d'ensoleillement.



**FIGURE 1: IRRADIATION SOLAIRE MENSUELLE A PLOMBIERES**

Le tableau ci-dessous donne une estimation des ratios de dimensionnement permettant de calculer rapidement la puissance d'une installation en fonction de la surface disponible.

	Puissance surfacique
<b>Toiture</b>	De 60 à 180 Wc/m <sup>2</sup> de toiture dégagée hors encombrement particulier ou ombrages
<b>Ombrière de parking</b>	de 90 à 120 Wc/m <sup>2</sup> de parking (voiries comprises), soit l'équivalent de 200 à 250 kWc pour 100 places de stationnement véhicules légers
<b>Parc au sol</b>	de 0,7 à 1,0 MWc/ha de terrain clôturé

La plage de valeurs correspond à des modules allant de 150 à 200 Wc/m<sup>2</sup>.

# Calcul sur Plombières

[https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/fr/tools.html](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/fr/tools.html)

## PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM

The screenshot shows the PVGIS web interface. On the left is a map of the Plombières region in France. On the right is the configuration panel for a PV system. The configuration includes:
 

- Coursur:** Sélectionné: 47.343, 4.972; Élévation (m): 284; PVGIS ver.: 5.2
- Utiliser les ombres du terrain:**  Horizon calculé;  Télécharger fichier horizon
- PERFORMANCE DU SYSTÈME PV COUPLÉ AU RÉSEAU:**
  - Base de données de rayonnement solaire: PVGIS-SARAH2
  - Technologie PV: Silicium cristallin
  - Puissance PV crête installée [kWp]: 1
  - Pertes du système [%]: 14
  - Options montage fixe:  Sur toit / Intégré au bâtiment;  Optimiser l'inclinaison;  Optimiser l'inclinaison et l'azimut
  - Options prix:  Prix de l'électricité PV; Coût du système PV [votre devise]; Intérêt [%/an]; Vie [années]

The screenshot shows the results page for the PV system. It includes a summary table, a monthly production bar chart, and a horizon line diagram.

Résumé	
<b>Entrées fournies</b>	
Emplacement [Lat/Lon]:	47.343, 4.972
Horizon:	Calculé
Base de données:	PVGIS-SARAH2
Technologie PV:	Silicium cristallin
PV installée [kWp]:	1
Pertes du système [%]:	14
<b>Résultats de la simulation:</b>	
Angle d'inclinaison [°]:	37 (opt)
Angle d'azimut [°]:	-3 (opt)
Production annuelle PV [kWh]:	1147.65
Irradiation annuelle [kWh/m <sup>2</sup> ]:	1492.78
Variabilité interannuelle [kWh]:	53.68
Changements de la production à cause de:	
Angle d'incidence [%]:	-2.93
Effets spectraux [%]:	1.64
Température et irradiance faible [%]:	-9.39
Pertes totales [%]:	-23.12

The monthly production bar chart shows the following values (kWh):

Mois	Production (kWh)
Jan	45
Fév	65
Mar	105
Avr	120
Mai	115
Jui	125
Jul	135
Aoû	120
Sep	105
Oct	80
Nov	50
Déc	30

The horizon line diagram shows the sun's path for June (dashed line) and December (dotted line) relative to the horizon (solid line).

Dernière actualisation: 01/03/2022 [Top](#)

Production annuelle 1100 kWh/m<sup>2</sup> (maxi à 160 en juillet 2022 avec un mini à 30 en décembre)

Zones proposées sur le portail :



VUE AERIENNE 1 : LE POTENTIEL SOLAIRE PROPOSE INITIALEMENT

La commission Environnement n'émet pas d'avis défavorable, mais se questionne sur les possibilités techniques de certains bâtiments comme ceux du Woetenga qui ont des toitures arrondies.

La CRS 40 est un bâtiment classé, le bâtiment historique sera écarté.

De même, les couvertures de zones naturelles ont été rapidement écartées de la recherche de la Commission.



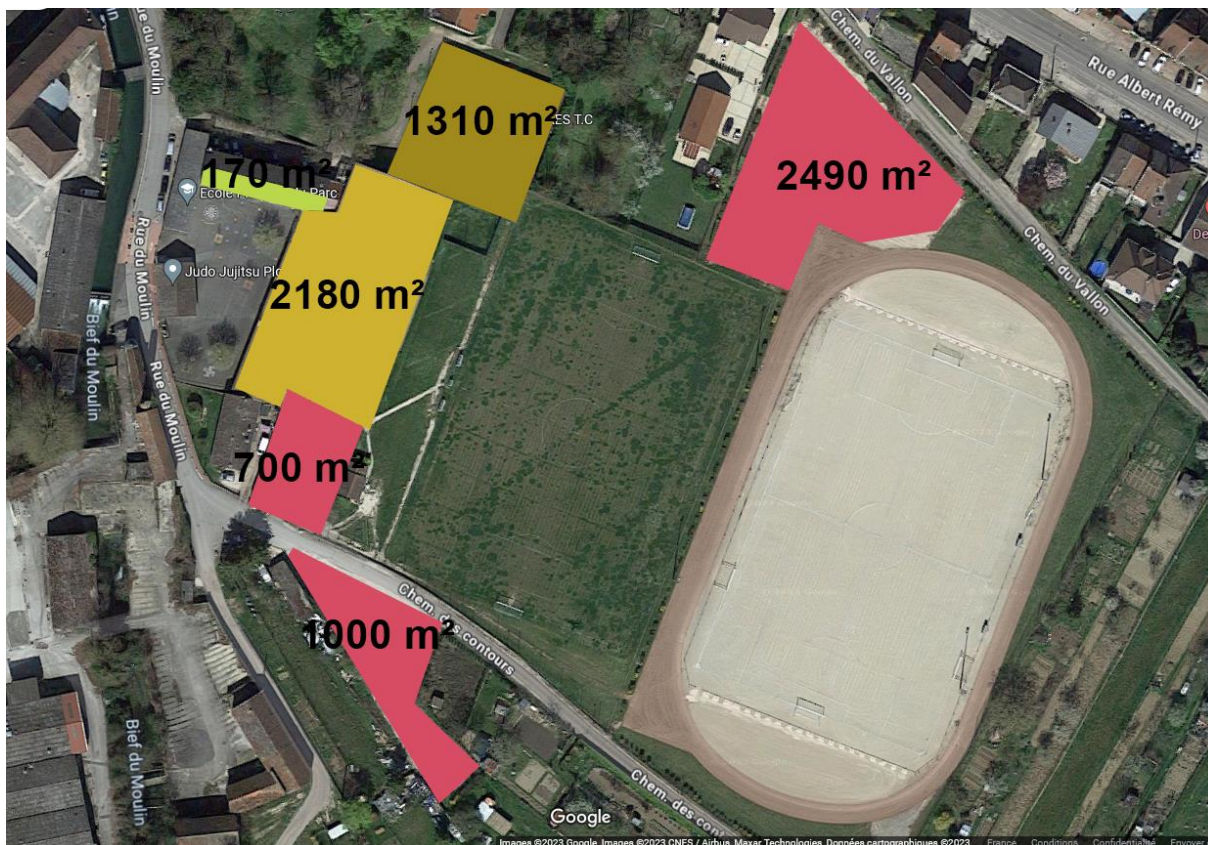
FIGURE 2 : OMBRIERES DE PARKING

Zones repérées par la commission :



VUE AERIEENNE 2 : POTENTIEL SOLAIRE, PLACE DU PASQUIER = 516 m<sup>2</sup>

Le projet de réaménagement de la place du Pasquier n'envisage pas de créer des ombrières de parking, sauf à restreindre les activités possibles. La couverture des parkings est donc exclue des ZAER.



**VUE AERIEENNE 3 : POTENTIEL SOLAIRE, COMPLEXE SPORTIF = 7850 M<sup>2</sup>**

Couverture du terrain de tennis, toitures du gymnase et de l'école, ombrière sur la cour devant le gymnase, le parking du gymnase et l'ex-parking provisoire.

Une attention particulière devra être apportée à l'intégration des ombrières au plus proche des habitations.



VUE AERIENNE 4 : POTENTIEL SOLAIRE, CRS 40 = 765 m<sup>2</sup>

Le bâtiment historique devra être préservé, mais les hangars pourraient être mis à profit.





VUE AERIENNE 5 : POTENTIEL SOLAIRE, COUVERTURE DE LA LINO = 20 040 m<sup>2</sup>

Formidable potentiel de la LINO orientée nord – sud, auquel pourrait être ajouté le parking relais à venir. Soit un total de **22 550 m<sup>2</sup>**



VUE AERIENNE 6: PARKING RELAIS= 2510 M<sup>2</sup>



VUE AERIENNE 7 : PARKING DE LA RUE D'HAUTEVILLE 1 020 M<sup>2</sup>

# SOLAIRE THERMODYNAMIQUE

## Explications

Le solaire thermodynamique ou CSP (Concentrated Solar Power) désigne l'ensemble des techniques visant à transformer l'énergie du rayonnement solaire en chaleur pour la convertir en énergie électrique, au moyen d'un cycle thermodynamique moteur couplé à une génératrice électrique (une turbine et un générateur, par exemple). Le solaire thermodynamique est principalement **destiné aux pays à fort ensoleillement** et permet, contrairement aux centrales photovoltaïques, de lisser plus facilement la production grâce à un stockage thermique tampon moins onéreux que les systèmes de batterie.

## Peu applicable à Plombières

La commune n'étant pas « à fort ensoleillement », cette technologie a été écartée du champ des possibles.

# CHAUFFAGE SOLAIRE

Le chauffage solaire ne produit pas d'électricité, mais bien que hors sujet de la présente étude de potentiel, la Commission remarque que cela permet de diminuer la consommation d'énergie. Elle a donc pris le temps d'échanger sur le sujet.

## Intérêt du chauffage solaire

Le chauffage solaire permet de **chauffer un bâtiment** et de **produire de l'eau chaude sanitaire** grâce à des panneaux solaires thermiques, qui vont capter les rayons du soleil.

Un système de chauffage solaire se compose :

- de panneaux solaires thermiques ;
- d'un ballon contenant l'eau ou d'un ballon tampon ;
- de la tuyauterie passant à travers toutes les pièces de la maison devant être chauffées ;
- d'émetteurs de chaleur, qui peuvent prendre diverses formes selon les besoins, comme un radiateur à eau ou un plancher chauffant.

Le chauffage solaire d'un bâtiment ne suffit pas à combler seul toutes les nécessités concernant le chauffage et l'eau chaude. En hiver particulièrement, un **chauffage d'appoint indépendant est nécessaire** afin de compenser le manque de soleil : : poêle, radiateur électrique mobile, pompe à chaleur, chaudière à granulés.

Il est aussi possible d'**installer une chaudière en relais**. Ainsi, lorsque les calories emmagasinées grâce au chauffage solaire sont insuffisantes, une chaudière électrique, par exemple, prend automatiquement le relais. La priorité est toujours donnée au chauffage solaire, qui se remet en marche dès que la chaleur captée atteint le seuil minimal. Vous n'avez ainsi pas besoin de jongler entre deux systèmes de chauffage, la bascule est automatique.

## Le principe de fonctionnement d'un chauffage solaire

Dans les **panneaux thermiques**, bien exposés au soleil, des capteurs emmagasinent la chaleur du soleil et la transmettent au **fluide caloporteur** qui les parcourt. Ce fluide peut varier d'une installation à l'autre et prendre la forme :

- d'eau sous pression ;
- d'huile ;
- de sels fondus.

Une fois chauffé, ce fluide est propulsé par un circulateur vers les émetteurs de chaleur à travers les tuyaux.

Le choix d'un **plancher chauffant** permet une **utilisation directe des calories** portées par le fluide. Si vous souhaitez installer un chauffage solaire dans un bâtiment déjà construit et que vous ne comptez pas refaire les planchers, il est possible de conduire le fluide en direction d'un ballon d'eau chaude.

L'eau présente dans le ballon est chauffée par le fluide caloporteur via un échangeur. Le fluide repart ensuite vers les panneaux solaires, tandis que l'eau est redistribuée à travers votre **réseau de chauffage hydraulique** pour vous chauffer par vos radiateurs, alimenter votre douche, vos lavabos, etc.

Est-ce applicable à Plombières ?

Oui ! C'est un investissement à envisager sur les bâtiments publics comme les groupes scolaires, l'EGT ou le gymnase.

# EOLIEN

La commission est défavorable à l'installation d'éoliennes à Plombières

Seul site potentiel : le Plateau de la CRAS, trop proche du village

# BOIS BIOMASSE

La Métropole récupère déjà les bois des forêts domaniales (Etat) pour le réseau de chaleur.

Y a-t-il encore de la place pour une chaufferie locale ?

Quel réseau de chaleur ?



VUE AERIEENNE 8: RESEAU DE CHALEUR

En 2015, avait été imaginé la création d'un réseau de chaleur constitué d'une boucle reliant les bâtiments municipaux et des ensembles privés. Une étude a été réalisée par la Métropole, le résultat n'a pas été celui attendu : le bilan économique n'était pas avantageux. L'idée a été abandonnée.

# GEOOTHERMIE ENERGIES MARINES

Inadaptés à notre localisation



# HYDROELECTRICITE

## Plombières : un site d'exception en Côte d'Or

L'avantage de la Commune est de posséder un bief historique créé au XVème siècle pour permettre à des moulins de tourner. L'idée est de récupérer cette force hydraulique.

On distingue 4 types de petites centrales :

- la petite centrale pour une puissance comprise entre 2 000 kW et 10 000 kW
- la mini-centrale pour une puissance comprise entre 500 kW et 2 000 kW
- la micro-centrale pour une puissance comprise entre 20 kW et 500 kW
- la pico-centrale pour une puissance inférieure à 20 kW.

Les mini/micro/pico centrales hydrauliques permettent de produire de l'électricité à petite échelle, à partir de la force de l'eau.

### Présentation

Le mini/micro/pico hydraulique fait partie de ce que l'on appelle **la PHE ou Petite Hydroélectricité**, correspondant à des installations dont la puissance est **inférieure à 10 MW** (10 000 kW) et se répartissant entre plusieurs types de dénominations, en fonction de la puissance.

En 2019, en France la PHE représente 2,2 Gw en capacité installée, soit 2 700 installations pour une production moyenne de 6 TWh/an (soit environ 10% de la production hydraulique nationale).

### Ce qu'il faut retenir :

1. Les centrales micro-hydroélectriques (< 100 kW) exploitent l'énergie potentielle d'un cours d'eau pour la transformer en énergie électrique. Ce type d'énergie renouvelable est un excellent moyen de **production autonome d'électricité**, si les conditions le permettent.
2. Les microsystèmes hydroélectriques peuvent être installés rapidement et ont une **durée de vie très importante** (20 à 30 ans en général).
3. Pour identifier le potentiel d'un cours d'eau, **il faut estimer son débit** (et ses variations de débit au cours d'une année) **ainsi que sa hauteur de chute**. On peut en déduire le potentiel théorique exploitable du cours d'eau, et le comparer à l'évaluation de ses besoins électriques.
4. Divers équipements seront nécessaires pour une installation : des ouvrages de génie civil pour capter une fraction du débit et la dévier jusqu'à la turbine, une **turbine** pour capter l'énergie mécanique de l'eau, une **génératrice** pour convertir cette énergie mécanique en énergie électrique, un réseau de transport et de régulation de l'électricité produite.
5. **L'installation d'une centrale micro-hydroélectrique a peu d'impact sur l'environnement** en raison de sa petite taille. On évite ainsi les inconvénients environnementaux et sociaux des

grandes centrales. Il faudra néanmoins obtenir les autorisations légales nécessaires pour l'utilisation de l'eau.

6. La micro-hydroélectricité est **une des formes d'énergie renouvelables les plus rentables** lorsque le potentiel d'exploitation est suffisant. Les coûts d'installation sont plus élevés que pour des génératrices diesel, mais les coûts d'exploitation sont quasiment nuls.

## Les démarches administratives de la micro-hydroélectricité

La réglementation en vigueur cherche en premier lieu à garantir le respect de l'environnement, et donc maîtriser les impacts. Aussi, la création ou réhabilitation d'une petite centrale hydraulique est encadrée par une législation très dense et qui encadre la qualité des eaux, l'environnement sonore, le respect des paysages, de la faune et de la flore. (Source Ademe).

Aussi, le dossier de demande est à adresser à la Préfecture (au titre de la loi sur l'eau), et sera par la suite soumis à l'ensemble des services compétents concernés.

L'Agence de l'eau est chargée de faciliter les diverses actions d'intérêt commun. Elle attribue des subventions, des avances, ou des prêts aux personnes publiques et privées, pour des études ou des travaux présentant un intérêt pour la ressource, et perçoit des redevances.

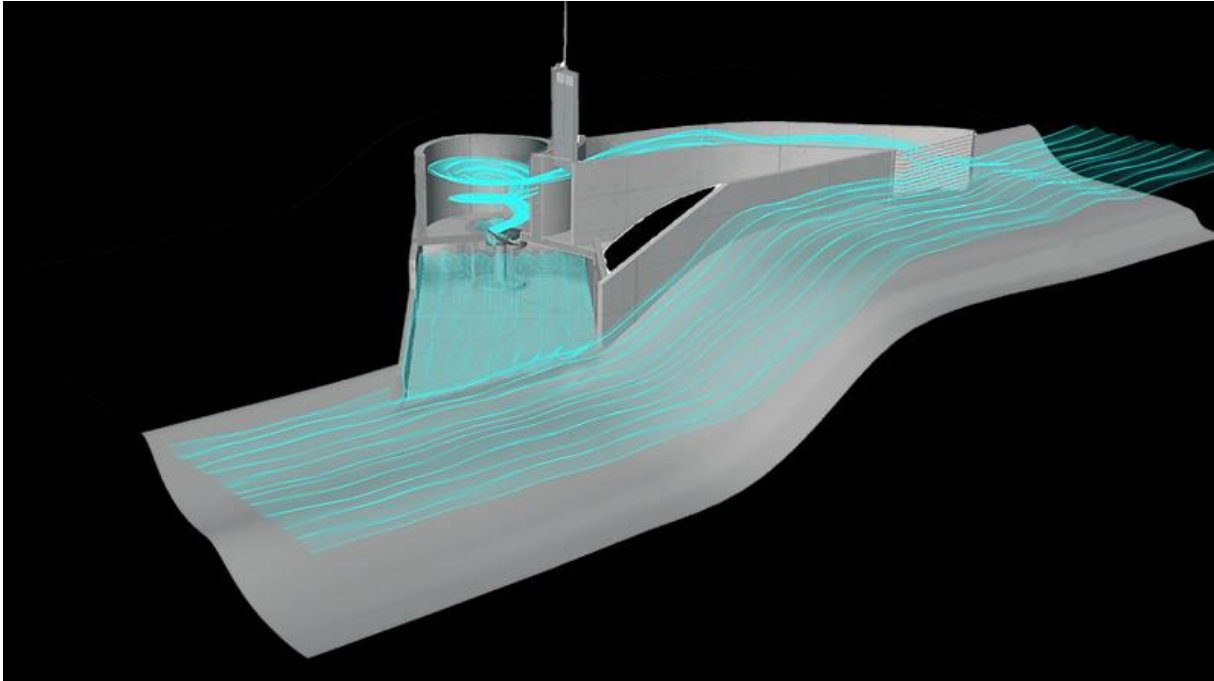
Des solutions modernes existent :

- La micro turbine à tourbillon vortex nous semble particulièrement intéressante

<https://fr.futuroprossimo.it/2021/08/turbulent-la-turbina-amica-dei-pesci-che-puo-alimentare-fino-a-60-case/>

<https://www.neozone.org/innovation/lhydrolienne-domestique-a-tourbillons-turbulent-une-invention-qui-sexporte-dans-le-monde-entier/>

<https://www.youtube.com/watch?v=gY3p2e1-kN4>



de 15 kW à 100 kW

de 1 à 8 m<sup>3</sup>/s par turbine

hauteur de chute de 1.5 à 3 m par turbine

exemple : puissance = 15 kW, pour une  $v=1.8$  m<sup>3</sup>/s, et une hauteur de chute de 1.7 m

- 1 turbine fournit de l'énergie à 60 - 350 ménages
- Permet une électricité continue 24/7/365
- Respect des poissons grâce à la faible rotation et aux changements de pression.

Des exemples :



FIGURE 3 : VORTEX



FIGURE 4 : VIS D'ARCHIMEDE



FIGURE 5 : ROUE A AUBES

## Quelle est la consommation électrique moyenne d'un foyer ?

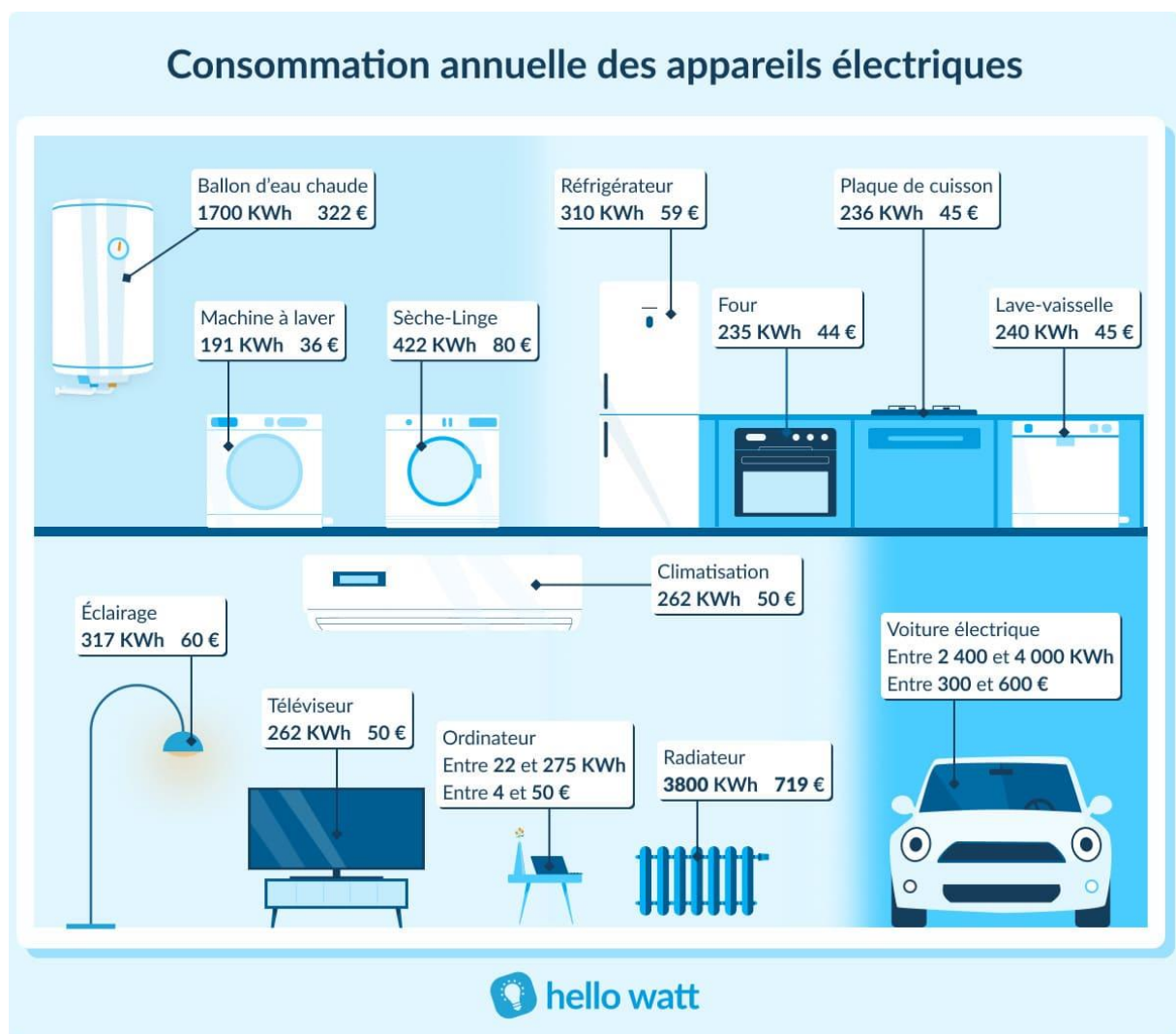
La [consommation électrique](#) peut grandement varier d'un foyer à l'autre en fonction de la taille du logement, du nombre d'habitants ou de l'utilisation de l'énergie.

La consommation électrique moyenne par personne en France était de **2219,58 kWh en 2020**;

Une personne seule dans un studio de 20 m<sup>2</sup> consomme en moyenne **2 400 kWh d'électricité par an**;

La consommation moyenne d'un couple dans un appartement tout électrique de 60 m<sup>2</sup> est de **7 218 kWh annuels**;

Une maison de 120 m<sup>2</sup> occupée par une famille de 4 personnes consomme en moyenne **18 796 kWh d'électricité**;



En conclusion :

La Commission Environnement est particulièrement favorable à la remise en place de 2 sites de turbinages historiques.



VUE AERIENNE 9 : MOULINAGE RUE PASTEUR



VUE AERIENNE 10 : RUE DU MOULIN (LA BIEN NOMMEE)

Parallèlement, la Commission se demande si l'installation de pico centrales individuelles dans le bief peut être autorisée (sous réserve d'autorisations environnementales et de redevance). Cette question sera réétudiée.